

EKSTRAKSI DAN IDENTIFIKASI PENDAHULUAN GOLONGAN SENYAWA FENOL DARI RIMPANG LENGKUAS MERAH (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch)

Nia Yuliani*, Amry Syawaalz dan Mawaddah Lisna

*F. MIPA Universitas Nusa Bangsa

Jl. K. H. Soleh Iskandar Km 4 Cimanggu Bogor

*Email : niayuliani88@yahoo.co.id

ABSTRACT

*Extraction and Identification of Phenol Compounds Group Introction galanga Rhizome RED (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch)*

Indonesia is a country rich in natural resources with a variety of crops are grown, one of which is a spice plant. Plant herb is a plant that is used in addition to the food manufacturing process is also used as potential drugs medicines, such that the red ginger (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch). Red ginger is a plant that has been known to have the potential to cure many diseases. Generally, people use the red ginger to treat diarrhea and skin diseases caused by fungi. Ginjer contains phenol red that could serve as an antibacterial. The study was conducted to extract the phenolic compounds and identify them by Gas Chromatography and Mass Spectrometry (GCMS), with the following steps: extraction of samples, testing of phenolic compounds, and identification of phenolic compounds by GCMS. According to the research and identification was carried out on the red rhizome ethanol extract, we could conclude that the phytochemical tests showed positive rhizome containing phenol red. And from the GCMS got some phenolic compounds contained in the ethanol extract of rhizome of red, one compound with a molecular weight of 164 g / mol with molecular formula $C_{10}H_{12}O_2$.

Keyword : Red gingge (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch), compound fenol, extraction, GCMS.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber daya alam dengan berbagai jenis tanaman yang tumbuh, salah satu diantaranya adalah tanaman rempah - rempah. Tanaman rempah merupakan tanaman yang dimanfaatkan selain untuk proses pembuatan makanan juga cukup potensial dimanfaatkan sebagai obat – obatan, diantaranya yaitu lengkuas merah (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch). Lengkuas merah merupakan tanaman yang telah diketahui berpotensi dapat mengobati berbagai macam penyakit. Umumnya masyarakat menggunakan lengkuas merah untuk mengobati diare dan penyakit kulit yang disebabkan oleh jamur. Lengkuas merah mengandung senyawa fenol yang dapat berfungsi sebagai antibakteri. Penelitian ini dilakukan untuk mengekstraksi senyawa fenol dan mengidentifikasinya dengan *Gas Chromatography* dan *Mass Spectrometry* (GCMS), dengan melalui beberapa tahapan yaitu ekstraksi sampel, uji senyawa fenolik, dan identifikasi senyawa fenolik dengan GCMS. Berdasarkan hasil penelitian dan identifikasi yang telah dilakukan pada ekstrak etanol rimpang lengkuas merah, dapat disimpulkan bahwa uji fitokimia menunjukkan rimpang lengkuas merah positif mengandung senyawa fenol. Dan dari hasil GCMS didapatkan beberapa senyawa fenol yang terkandung pada ekstrak etanol rimpang lengkuas merah, salah satunya senyawa dengan berat molekul 164 g/mol yang mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$.

Kata kunci : Lengkuas merah (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch), senyawa fenol, ekstraksi, GCMS.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber daya alam dengan berbagai jenis tanaman yang tumbuh, salah satu diantaranya adalah tanaman rempah – rempah. Tanaman rempah merupakan

tanaman yang dimanfaatkan selain untuk proses pembuatan makanan juga cukup potensial dimanfaatkan sebagai obat – obatan. Penelitian kimia bahan alam dewasa ini banyak dikembangkan sebagai bahan obat – obatan yang ramah terhadap kesehatan, karena tidak memiliki efek

samping seperti obat kimia. Salah satu tanaman tersebut adalah lengkuas merah (*Alpinia purpurata* (Vieill) K. Sch).

Lengkuas merah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan obat adalah rimpangnya yang mengandung senyawa kimia antara lain mengandung minyak atsiri, minyak terbang, eugenol, seskuiterpen, pinen, metil sinamat, kaemferida, galangan, galangol, dan kristal kuning. Minyak atsiri yang dikandungnya antara lain galangol, galangin, alpinen, kamfer, dan metil sinamat. Beberapa kegunaan lengkuas sebagai tanaman obat diantaranya sebagai obat rematik, sakit limpa, membangkitkan nafsu makan, bronkhitis, morbili, panu, antibakteri, membersihkan darah, mempermudah pengeluaran angin dari dalam tubuh, mencairkan dahak, mengharumkan serta merangsang otot (Kunia, 2006).

Rimpang lengkuas merah merupakan salah satu tanaman yang berkhasiat dalam pengobatan yang mengandung senyawa fenol. Hasil fitokimia ekstrak etanol rimpang lengkuas merah menunjukkan bahwa rimpang lengkuas merah mengandung senyawa flavonoid, triterpenoid/steroid, senyawa fenolik, dan saponin. Senyawa fenol dan flavonoid merupakan sumber antioksidan alami yang biasanya terdapat dalam tumbuhan. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat oksidasi dengan cara bereaksi dengan radikal bebas reaktif membentuk radikal bebas tak reaktif yang relatif stabil.

Ekstrak lengkuas (suku *zingiberaceae*) dilaporkan dapat menghambat pertumbuhan mikroba, diantaranya bakteri *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, jamur *Neurospora sp*, *Rhizopus sp* dan *Penicillium sp* (Nursal dkk., 2006). Rimpang lengkuas mengandung beberapa turunan fenol dan minyak atsiri seperti D-Limonen; Eukaliptol; 3-sikloheksen-1-ol, 4-metil-1-(1-metietil); Fenol, 4-(2-profenil)-asetat; 2,6-oktadien-1-ol, 3,7-dimetil-asetat; 1,6,10-dodekatrien, 7,11-dimetil-3-metilen; Pentadesen; Sikloheksen, 1-metil-4-(5-metil-1-metilen-4-heksenil) (Parwata dan Fanny, 2008).

Beberapa kajian terhadap rimpang lengkuas merah telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, diantaranya Nurhayati (2009) melaporkan bahwa serbuk rimpang lengkuas merah yang diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut n-heksana, etil asetat dan etanol menghasilkan cairan kental merah, dan hasil identifikasi ekstrak etil asetat rimpang lengkuas merah mengandung senyawa alkaloid, flavanoid, fenolik, saponin, terpenoid, dan steroid. Handajani dan Tjahjadi (2008) menunjukkan bahwa, ekstrak etanol rimpang lengkuas memiliki aktivitas antijamur terhadap jamur filamentus, meskipun tidak kuat.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian tentang identifikasi turunan senyawa fenol pada rimpang lengkuas merah belum banyak dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang ekstraksi dan identifikasi senyawa fenol dalam rimpang lengkuas merah.

Salah satu kandungan senyawa kimia berupa metabolit sekunder pada tanaman lengkuas merah adalah senyawa fenol. Informasi terhadap senyawa – senyawa turunan fenol ini belum banyak diketahui dari hasil penelitian sebelumnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kandungan senyawa fenol dalam rimpang lengkuas merah.

BAHAN DAN METODE

Bahan - bahan yang dipergunakan adalah rimpang lengkuas merah yang diperoleh dari Pusat Studi Biofarmaka IPB, etanol 70%, kloroform p.a, kloroform teknis, FeCl₃ 1%, HCl 1N, HCl 2M, KOH 1N, kertas saring Whatman no 42 dan kertas saring biasa. Peralatan yang digunakan adalah pipet tetes, gelas ukur, tabung reaksi, alat vakum, alat destilasi, corong pemisah, seperangkat alat GC Agilent Technologies 6890 dan seperangkat alat GCMS Agilent 5973.

Prosedur Penelitian :**1. Pembuatan Larutan Besi (III) Klorida 1%**

Sebanyak 1 gram FeCl_3 ditempatkan dalam labu takar 100 mL kemudian ditambahkan 2 mL HCl 2M dan dicampur secara merata. Larutan diencerkan dengan akuades sampai tanda batas (Nurhayati, 2009).

2. Uji Fitokimia Senyawa Fenol

Penapisan fitokimia dilakukan untuk senyawa fenol, yaitu sebanyak 8 gram sampel segar dirajang halus dan dididihkan dengan 50 mL etanol 70% selama lebih kurang 25 menit, disaring dalam keadaan panas, kemudian pelarut diuapkan dengan penangas sampai kering. Ekstrak dikocok kuat dengan 10 mL kloroform teknis lalu ditambahkan 10 mL air suling, biarkan sampai terbentuk dua lapisan yaitu lapisan kloroform dan lapisan air. Beberapa tetes lapisan air ditempatkan dalam tabung reaksi dan ditambahkan besi (III) klorida 1%, timbul warna hijau sampai ungu menandakan positif fenolik. (Lenny, 2006).

3. Ekstraksi Senyawa Fenol

Sebanyak 10 kg rimpang lengkuas merah dicacah, sehingga didapatkan hasil cacah rimpang lengkuas merah sebanyak 7.8 kg yang selanjutnya direndam dalam 9.75 liter etanol 70% selama 24 jam. Campuran diperas dan disaring dengan kertas saring biasa, kemudian disaring lagi dengan kertas saring whatman no 42 dengan alat vakum. Filtrat yang dihasilkan diuapkan sampai volume sepertiga dari volume awal. 150 mL destilat (pH 5) dibasakan dengan 5 mL KOH 1N menjadi pH 8, kemudian diekstrak dengan 50 mL kloroform, pengekstrakkan dilakukan sebanyak 3 kali. Setelah itu terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan kloroform dan lapisan KOH. Lapisan KOH ini yang akan digunakan untuk penelitian, yang dinetralkan dengan 5 mL HCl 1N menjadi pH 5. Lapisan KOH ini kemudian

diekstraksi dengan 50 mL kloroform sebanyak 3 kali. Sehingga didapatkan lagi lapisan kloroform yang akan di analisis dengan GCMS.

4. Identifikasi Senyawa Fenol

Identifikasi senyawa fenol dengan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan dengan melalui beberapa tahap yaitu tahap maserasi dan ekstraksi, didapatkan adanya senyawa fenol yang terkandung di dalam rimpang lengkuas merah yang diidentifikasi dengan GCMS. Dari rimpang lengkuas merah yang diekstrak dengan etanol 70%, diperoleh destilat berupa cairan kental berwarna kuning bening yang mengandung senyawa fenol.

Uji Fitokimia Senyawa Fenol

Sampel segar yang dicacah, dididihkan dengan etanol yang tujuannya untuk melarutkan senyawa – senyawa yang terdapat pada lengkuas merah. Idealnya untuk analisis fitokimia, harus digunakan jaringan tumbuhan segar. Bahan tumbuhan itu harus direndam dalam alkohol mendidih (Harborne, 1987). Kemudian disaring dan didapatkan filtrat yang diuapkan dengan penangas air. Kristal yang diperoleh ditambahkan kloroform dan air suling, kemudian dikocok sehingga didapatkan dua lapisan yaitu lapisan kloroform dan lapisan air yang berwarna merah muda keruh. Kloroform dan air suling ditambahkan untuk memisahkan senyawa fenol dengan senyawa lainnya. Dimana senyawa fenol larut dalam air. Lapisan air ini ditetesi dengan larutan FeCl_3 1%, sehingga diperoleh warna larutan hijau keunguan yang menandakan uji senyawa fenol positif.

Ekstraksi Senyawa Fenol

Pada pengerjaan awal, rimpang lengkuas merah dicuci bersih dan tidak dilakukan pengeringan, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya hidrolisis senyawa. Bila tumbuhan dikeringkan sebelum diekstraksi, maka pengeringan tersebut harus dilakukan dalam keadaan terawasi untuk mencegah terjadinya perubahan kimia yang terlalu banyak (Harborne, 1987). Kemudian rimpang lengkuas merah dilakukan proses perajangan hingga menjadi halus. Hal ini dilakukan untuk memperoleh luas permukaan yang lebih besar, agar proses penetrasi pelarut ke dalam bahan dapat berlangsung dengan optimal. Rimpang lengkuas merah diekstrak dengan menggunakan metode maserasi. Pemilihan metode maserasi dikarenakan cara pengerjaannya mudah, menggunakan peralatan yang sederhana. Jika menggunakan metode ekstraksi yang menggunakan pemanasan yang terlalu tinggi, dikhawatirkan senyawa aktif yang mempunyai potensi sebagai antibakteri akan rusak. Dimana salah satu senyawa yang terkandung pada rimpang lengkuas merah yang mempunyai potensi sebagai antibakteri adalah senyawa fenol. Pelarut yang digunakan pada proses maserasi ini adalah etanol, karena etanol merupakan pelarut yang umum untuk maserasi. Selain itu karena sampel yang digunakan masih dalam keadaan segar yang banyak mengandung air, dan etanol merupakan pelarut yang larut dalam air. Sehingga diharapkan ekstraksi dengan maserasi bisa berjalan sempurna. Setelah dilakukan maserasi, maka dilakukan penyaringan dan penguapan. Penguapan ini bertujuan untuk menguapkan pelarut etanol, sehingga didapatkan hasil ekstrak yang akan digunakan untuk proses ekstraksi selanjutnya.

Senyawa fenol cenderung asam, artinya fenol dapat melepaskan ion H^+ dari gugus hidroksilnya. Pelepasan ion H^+ tersebut dapat membentuk anion fenoksida $C_6H_5O^-$ yang dapat larut dalam air. Oleh sebab itu, jika fenol direaksikan dengan basa maka fenol akan melepaskan H^+ .

Degradasi flavanoid dan fenol kompleks lainnya dalam suasana basa atau pemenggalan reduktif menghasilkan satu fenol sederhana atau lebih dan asam fenolat (Harborne, 1987).

Jadi pada penelitian ini ekstraksi fenol dilakukan dengan menambahkan KOH pada hasil ekstrak maserasi. Hal ini bertujuan untuk memisahkan fenol dari senyawa lain, karena fenol bersifat asam sehingga fenol dapat melepaskan H^+ , dan dapat direaksikan dengan KOH membentuk garam yang larut dalam air. Jadi senyawa golongan fenol dapat dipisahkan dari senyawa – senyawa golongan lain dengan mengekstraknya dengan larutan basa. Kemudian larutan yang telah dibasakan ini yaitu senyawa yang bukan garamnya diekstrak dengan kloroform, sehingga senyawa selain fenol akan larut di dalam kloroform dan senyawa fenol dapat dipisahkan dari senyawa – senyawa lain. Pada tahap ini terbentuk dua lapisan, yaitu lapisan atas sebagai hasil ekstraksi (ekstrak fenol dalam KOH) dan lapisan bawah sebagai residu (senyawa lain dalam kloroform). Selanjutnya pada lapisan atas (lapisan KOH) dinetralkan dengan HCl untuk membebaskan fenol dari garamnya, kemudian diekstraksi kembali dengan kloroform, sehingga terbentuk dua lapisan yaitu lapisan kloroform dan lapisan air. Lapisan atas (lapisan air) sebagai residu (larutan HCl dalam air) dan lapisan bawah (lapisan kloroform) sebagai hasil ekstraksi (ekstrak fenol dalam kloroform). Ekstrak fenol dalam kloroform ini dibiarkan pada suhu ruang untuk menguapkan kloroformnya, sehingga didapatkan cairan kental yang berwarna kuning. Cairan kuning ini dilarutkan lagi dalam kloroform p.a yang selanjutnya akan diidentifikasi dengan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS).

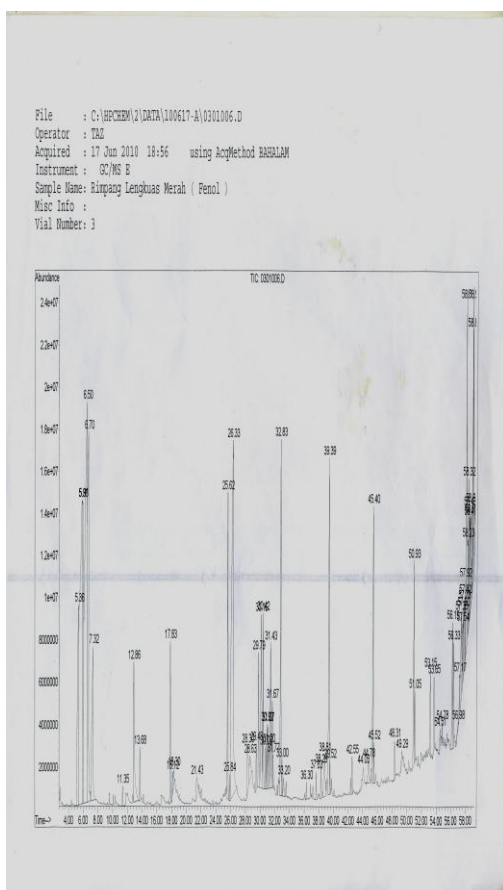
Pemilihan kloroform sebagai pelarut dalam proses ekstraksi fenol ini adalah karena kloroform memiliki titik didih yang cukup rendah yaitu $61.2^\circ C$ sehingga tidak diperlukan pemanasan untuk menghilangkan pelarut dari hasil ekstraksi. Othmer dan Kirk (1981) dalam Suwandi (2009) menyatakan, pelarut yang

mempunyai titik didih rendah menyebabkan kehilangan pelarut pada saat evaporasi, sedangkan titik didih tinggi akan mempersulit pemisahan dan merusak senyawa.

Identifikasi dengan GCMS

Sampel hasil ekstrak berupa cairan kuning yang telah dilarutkan dengan kloroform p.a diidentifikasi dengan kromatografi gas untuk melihat puncak – puncak kromatogram senyawa fenol. Dari puncak – puncak kromatogram ini yang selanjutnya difragmentasi dengan GCMS untuk menentukan dugaan senyawa fenol yang terkandung pada rimpang lengkuas merah.

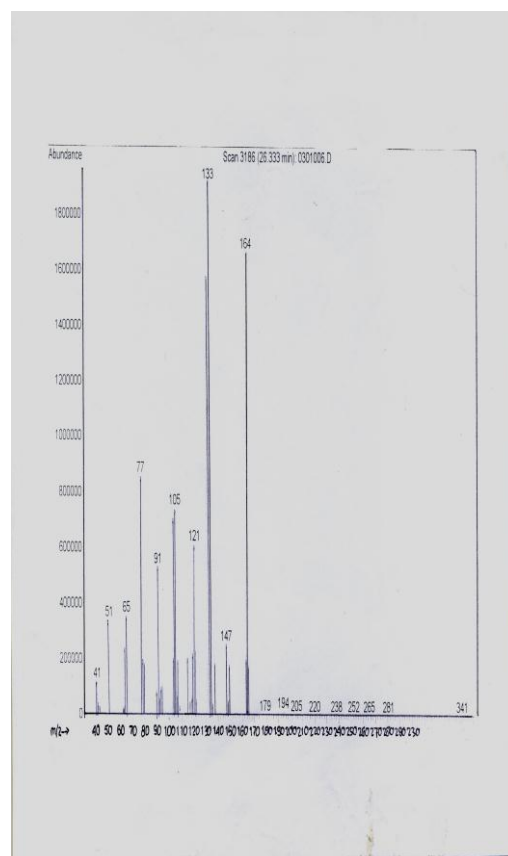
Setelah dilakukan identifikasi, maka didapatkan hasil kromatogram senyawa fenol sebagai berikut :



Gambar 1. Kromatogram Golongan Senyawa Fenol Rimpang Lengkuas Merah

Dari kromatogram yang dihasilkan, didapatkan bahwa pada rimpang lengkuas merah mengandung beberapa senyawa fenol. Hal ini ditunjukkan pada tabel 1 yang mengacu pada referensi alat.

Hasil dari kromatogram menunjukkan lebih kurang ada 14 senyawa yang diduga merupakan senyawa fenol, tetapi yang mempunyai kelimpahan paling besar adalah puncak 16 dengan waktu retensi 26.33 menit yaitu 9.52%. Dan senyawa yang terdeteksi pada waktu retensi 26.33 menit ini yang selanjutnya di fragmen dengan GCMS. Dari fragmen yang dilakukan dengan GCMS didapatkan bahwa senyawa yang terdeteksi pada waktu retensi 26.33 menit adalah senyawa dengan Berat Molekul (BM) 164 g/mol yang mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$. Adapun diagram fragmentasinya ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Fragmentasi Puncak dengan Waktu Retensi 26.33 Menit

Hasil yang didapat dengan GCMS menunjukkan bahwa senyawa yang terdapat pada ekstrak etanol rimpang lengkuas merah sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa pada rimpang lengkuas merah mengandung beberapa turunan senyawa fenol. Salah satunya adalah senyawa dengan berat molekul 164 g/mol yang mempunyai rumus molekul $C_{10}H_{12}O_2$. Pada senyawa ini setelah difragmen dengan GCMS, ditunjukkan adanya fragmen OH yang putus dari m/e 164 menjadi m/e 147. Pemenggalan OH ini menandakan bahwa senyawa dengan waktu retensi 26.33 menit adalah senyawa fenol. Dimana OH lebih dahulu putus daripada CO. Ini disebabkan ikatan OH dari senyawa fenol lebih mudah putus daripada ikatan CO. Ikatan karbon SP^2 lebih kuat daripada ikatan karbon SP^3 maka ikatan CO dari suatu fenol tidak mudah terputuskan (Fessenden, 1982). Pemenggalan CO dari m/e 133 menjadi

m/e 105 adalah salah satu ciri spesifik dari fragmen senyawa fenol. Menurut Creswell dkk. (1982), fenol dan sistem aromatik yang mengandung jembatan gugus karbonil seringkali melepaskan CO dengan mudah. Dan pembuktian lain yang menunjukkan bahwa senyawa yang teridentifikasi pada waktu retensi 26.33 menit merupakan senyawa fenol adalah adanya fragmen pada m/e 77, m/e 65 dan m/e 51 yang merupakan hasil pemecahan senyawa aromatik.

Hasil dari penelitian ini diketahui bahwa senyawa fenol yang bersifat asam dapat direaksikan dengan basa membentuk garam yang larut dalam air. Kemudian diasamkan untuk membebaskan fenol sehingga dapat diekstraksi. Hal ini terbukti dari hasil identifikasi dengan menggunakan GCMS, bahwa senyawa yang terisolasi oleh KOH adalah senyawa golongan fenol.

Tabel 1. Hasil Identifikasi yang diduga Senyawa Fenol

No.	Nomor Puncak	Waktu Retensi (Menit)	% Kelimpahan	Senyawa yang Diduga
1.	16	26.33	9.52	2- (tetrahydrofuran-2-yl) phenol
2	17	28.3	0.9	Phenol, 4- (3-hydroxy-1-propenyl)
3	18	28.63	0.47	Phenol, 4- (3-hydroxy-1-propenyl)
4	19	29.49	0.35	Nonylphenol Isomer
5	20	29.78	1.16	Phenol, 4- (1, 1, 3, 3-tetramethylbutyl)
6	21	30.15	2.28	Nonyl-phenol
7	22	30.42	1.42	Phenol, 4-nonyl
8	23	30.76	0.28	Octyl Phenol Isomer
9	24	30.92	0.5	1, 3, 5-trimethyladamantane
10	25	31.07	0.6	Phenol, nonyl
11	26	31.2	0.34	Phenol, 4-(1, 1-dimethylpropyl)
12	27	31.43	1.24	Phenol, 2-methyl-5- (1-methylethyl)
13	28	31.68	0.69	Nonylphenol Isomer
14	29	31.77	0.2	Nonylphenol Isomer

Tabel 2. Pola Pemenggalan Spektrum GCMS

Berat Molekul	M ⁺ - Pemenggalan	Rumus Molekul Pemenggalan	Rumus Molekul Penggalan
164 (M ⁺)			C ₁₀ H ₁₂ O ₂
147	M ⁺ -17	-OH	C ₁₀ H ₁₁ O ⁺
133	M ⁺ -31	-CH ₂ OH	C ₉ H ₉ O ⁺
105	M ⁺ -59	-CH ₂ COOH	C ₈ H ₉ ⁺

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan identifikasi yang telah dilakukan terhadap ekstrak etanol rimpang lengkuas merah, menunjukkan bahwa hasil uji fitokimia pada rimpang lengkuas merah positif mengandung senyawa fenolik. Sedangkan dari hasil identifikasi dengan GCMS terdapat lebih kurang sebanyak 14 senyawa yang diduga senyawa golongan fenol yang terkandung pada rimpang lengkuas merah, salah satunya yaitu senyawa dengan berat molekul 164 g/mol yang mempunyai rumus molekul C₁₀H₁₂O₂ dengan persen kelimpahan yang paling besar yaitu 9.52%. Adanya pelepasan fragmen OH dari spektrum yang ditunjukkan oleh kromatogram GCMS dari m/e 164 menjadi m/e 147, merupakan salah satu bukti yang menunjukkan bahwa senyawa dengan berat molekul 164 g/mol adalah senyawa fenol. Selain itu juga dibuktikan oleh putusnya fragmen CO dari m/e 133 menjadi m/e 105 dan adanya pecahan senyawa aroamtik pada m/e 77, m/e 65 dan m/e 51.

B. Saran

Untuk penentuan struktur dari hasil kromatogram perlu dilakukan pengisolasian dan pemurnian khususnya pada puncak dengan waktu retensi 26.33 menit dan dianalisa dengan cara – cara fisiko kimia. Dan perlu isolasi dari setiap puncak kromatogram.

DAFTAR PUSTAKA

- Creswell Clifford J., Olaf A. Runquist dan Malcolm M. Campbell. 1982. *Analisis Spektrum Senyawa Organik*. Edisi ke 2. Penerjemah : Kosasih Padmawinata dan Iwang Soediro. Penerbit ITB. Bandung. Terjemahan dari : Spectrum Analysis of Organic Compound.
- Fessenden Ralph J. dan Fessenden Joan S. 1982. *Kimia Organik*. Jilid 2. Edisi Ketiga. Penerjemah : Aloysius Hadyana Pudjaatmaka Ph. D. Penerbit Erlangga. Jakarta. Terjemahan dari : Organic Chemistry.
- Gritter Roy J., James M. Bobbitt dan Arthur E. Schwarting. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Edisi ke 2. Penerjemah : Kosasih padmawinata. Penerbit ITB. Bandung. Terjemahan dari : Introduction to Chromatography.
- Handajani Noor Soesanti dan Tjahjadi Purwoko. 2008. *Aktivitas Ekstrak Rimpang Lengkuas (Alpinia galanga) Terhadap Pertumbuhan Jamur Aspergillus spp. Penghasil Aflatoksin dan Fusarium moniliforme*. Jurnal Biodiversitas Vol. 9 No. 3, Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta : 161-164.
- Harborne J. B. 1987. *Metode Fitokomia Penentuan Cara Modern dan*

- Analisis Tumbuhan*. Penerbit ITB. Bandung
- Kunia Kabelan. 2006. *Lengkuas Merah*. Pusat Bioteknologi ITB. Bandung.
- Lenny Sofia. 2006. *Isolasi dan Uji Bioaktivitas Kandungan Kimia Utama Puding Merah dengan Metoda Uji Brine Shrimp*. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Muhlisah Fauziah. 2007. *Tanaman Obat Keluarga*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nur M. Anwar. 1989. *Spektroskopi*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Nurhayati Try. 2009. *Isolasi, Identifikasi dan Uji Toksisitas Senyawa Flavanoid Ekstrak Etil Asetat Rimpang Lengkuas Merah (Alpinia galanga L. Wild)*. [Skripsi]. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Nursal, Sri Wulandari dan Wilda Sukma Juwita. 2006. *Bioaktivitas Ekstrak Jahe (Zingiber officinale Roxb) dalam Menghambat Pertumbuhan Koloni Bakteri Escherichia coli dan Bacillus subtilis*. Jurnal Biogenesis Vol. 2 (2), Universitas Riau : 64-66.
- Parwata IM. Oka Adi dan P. Fanny Sastra Dewi. 2008. *Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri dari Rimpang Lengkuas (Alpinia galanga L.)*. Jurnal Kimia 2 (2), Universitas Udayana Bukit Jimbaran : 100-104.
- Suwandi Asridewi. 2009. *Teknik Ekstraksi Gingerol pada Rimpang Jahe Merah (Zingiber officinale, Roscoe) Menggunakan Metode Perkolasi dengan Penambahan Basa, dan iidentifikasi dengan GCMS*. [Skripsi]. Universitas Nusa Bangsa. Bogor.
- Winarto W. P. 2007. *Tanaman Obat Indonesia untuk Pengobat Herbal*. Jilid 2. Karyasari Herba Media.